



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **06068305 A**(43) Date of publication of application: **11.03.94**

(51) Int. Cl. **G06K 9/46**
G06K 9/62

(21) Application number: **04219110**(71) Applicant: **RICOH CO LTD**(22) Date of filing: **18.08.92**(72) Inventor: **SUZUKI TOSHIHIRO****(54) FEATURE EXTRACTING METHOD FOR LINEAR GRAPHIC**

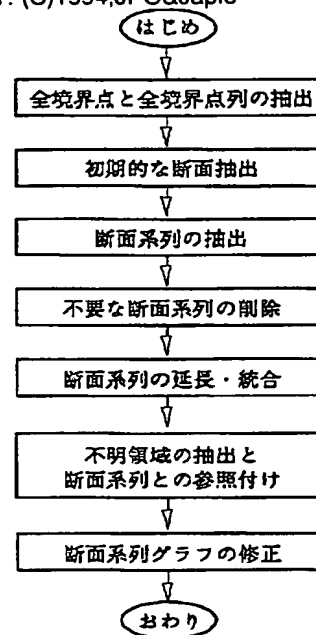
integration of the cross-section systems is not tried when a prescribed condition is not fulfilled.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

PURPOSE: To exactly and efficiently extract the structural feature of the skeleton line or the like of a linear graphic such as a character.

CONSTITUTION: The extraction of a border point and a border point series (processing 1), the extraction of a cross-section orthogonally crossing a segment (processing 2), the extraction of a cross-section system being the series of the cross-section and the delete of the unnecessary cross-section system (processing 3 and 4), the integration of the cross-section systems (processing 5), the extraction of an unclear area and the preparation of a cross-section system graph (processing 6), and the correction of the cross-section system graph (processing 7) are successively operated. In the processing 4, an intersection between cross-section systems is judged by checking the intersection between one arbitrary cross-sections of each cross-section system of a pair of cross-section systems on which a circumscribed rectangle is overlapped. In the processing 5, a width between the cross-section systems at the interval of a gap is compared, and the



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-68305

(43)公開日 平成6年(1994)3月11日

(51)IntCl. ³	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 K	9/46	A 8289-5L		
	9/62	E 8219-5L		

審査請求 未請求 請求項の数 5 (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平4-219110

(22)出願日 平成4年(1992)8月18日

(71)出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72)発明者 鈴木 俊博

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
会社リコー内

(74)代理人 弁理士 鈴木 誠 (外1名)

(54)【発明の名称】 線図形の特徴抽出方法

(57)【要約】

【目的】 文字等の線図形の骨格線等の構造的特徴を確
実かつ効率よく抽出する。

【構成】 境界点と境界点列の抽出(処理1)、線分に
直交する断面の抽出(処理2)、断面の連なりである断
面系列の抽出と不要な断面系列の削除(処理3, 4)、
断面系列の統合(処理5)、不明領域の抽出と断面系列
グラフの作成(処理6)、断面系列グラフの修正(処理
7)を順に行なう。処理4で、外接矩形の重なった断面
系列のペアについて各断面系列の任意の1断面間の交差
を調べて断面系列間の交差を判断する。処理5で、ギャ
ップを隔てた断面系列間の幅を比較し、所定条件を満た
さない場合はその統合を試みない。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 線図形イメージデータから線分の方
向にほぼ直交する断面の連なりからなる断面系列を抽出する
段階と、線図形イメージデータから断面系列以外の不明
領域とを抽出する段階と、断面系列または不明領域をノ
ードで表わし、それらの接続関係をアークで表わす断面
系列グラフを線図形の特徴として作成する段階とを有す
る線図形の特徴抽出方法において、

前記断面系列抽出の段階に不要な断面系列を削除する段
階を含み、この段階において、外接矩形が重なる断面系
列のペアについては、それぞれの断面系列から任意の断
面を一つずつ選び、それらが交差する場合には当該断面
系列のペア中の幅の大きいほうの断面系列を不要な断面
系列として削除することを特徴とする線図形の特徴抽出
方法。

【請求項2】 前記不要な断面系列の削除の段階におい
て、ノイズの影響できたと見做される境界点列に属す
る境界点を含む断面系列を、不要な断面系列として削除
することを特徴とする請求項1記載の線図形の特徴抽出
方法。

【請求項3】 前記断面系列抽出の段階に断面系列の統
合の段階を含み、この段階において、前後する二つの断
面列の間にギャップが検出された場合、各断面列の幅を
比較し、これが予め定められた条件を満たさないとき
は、当該ギャップに関する統合を試みないことを特徴と
する請求項1記載の線図形の特徴抽出方法。

【請求項4】 断面系列グラフから不要な断面系列のノ
ードを削除して断面系列グラフを修正する段階を有し、
この段階において、幅と長さの関係から削除対象とされ
た断面系列であっても、それが隣接断面と滑らかに異
ならない場合には削除対象から排除することを特徴とする請
求項1、2または3記載の線図形の特徴抽出方法。

【請求項5】 得られた断面系列グラフにおいて、ある
不明領域に隣接する二つ以上の断面系列の間に異常な関
係が認められた場合に、骨格線グラフの抽出が困難であ
る旨の情報を出力することを特徴とする請求項1、2、
3または4記載の線図形の特徴抽出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業の利用分野】 本発明は、文字認識装置や図面認識
装置、その他の線図形を扱う装置における線図形の特徴
抽出方法に係り、特に、文字等の線図形の骨格線等の構
造的な特徴を抽出する目的に好適な特徴抽出方法に関す
る。

【0002】

【従来の技術】 この種の目的に好適な方法として、特願
平2-134879号に係る線図形の特徴抽出方法が考
案されている。この特徴抽出方法は、線図形イメージデ
ータから線分の方
向にほぼ直交する断面を抽出し、この
断面の連なりを断面系列となし、また断面系列以外の領

域を不明領域となし、ノードで断面系列または不明領域
を表わすとともにアークでノードの接続関係を表わした
グラフ構造（断面系列グラフ）を作成し、この断面系列
グラフを線図形の特徴とすることを骨子とするものである。

【0003】 図3に、線図形イメージデータ（原画像デ
ータ）と断面系列グラフ並びに骨格線（芯線）との関
係を示す。このような階層構造を持つ断面系列グラフに
よる線分記述において、その構造要素である断面は線分
の方向にほぼ直交するという性質を持ち、またその上位
の構造要素たる断面系列は、断面をあたかも時系列の如
く順序付けたものとなっている（図3の（イ）の部
分）。不明領域は、断面系列に含まれない領域であっ
て、線端や屈曲、分岐あるいは交差の面状の領域がこれ
に相当する（図3の（ロ）の部分）。

【0004】 このように断面系列グラフは、線図形を単
純な線とそうでない部分に明確に分けて線図形を記述し
たシンプルなものであり、これに基づいて骨格線等の構
造的な特徴マッチングや大まかな構造的なマッチングをと
ることが容易になる。

【0005】 この特徴抽出方法は、前記特願平2-13
4879号に添付の明細書に詳述されているように、そ
の基本原理によるところの多くの利点を有する。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 本発明の目的は、こ
のような特徴抽出方法の改良方法を提供することにある。
より具体的には、不要な断面系列の削除やノイズ等によ
って分断された断面系列の統合の処理効率の改善や、ノ
イズの影響の排除、断面系列グラフの修正の際の不用意
な断面系列の削除の防止等を達成しようとするものである。

【0007】

【課題を達成するための手段】 請求項1の発明は、線図
形イメージデータから線分の方
向にほぼ直交する断面の
連なりからなる断面系列を抽出する段階と、線図形イメ
ージデータから断面系列以外の不明領域とを抽出する段
階と、断面系列または不明領域をノードで表わし、それ
らの接続関係をアークで表わす断面系列グラフを線図形
の特徴として作成する段階とを有する線図形の特徴抽出
方法において、前記断面系列抽出の段階に不要な断面系
列を削除する段階を含み、この段階において、外接矩形
が重なる断面系列のペアについては、それぞれの断面系
列から任意の断面を一つずつ選び、それらが交差する場
合には当該断面系列のペア中の幅の大きいほうの断面系
列を不要な断面系列として削除することを特徴とする。

【0008】 請求項2の発明は、請求項1記載の発明の
方法において、不要な断面系列の削除の段階で、ノイズ
の影響できたと見做される境界点列に属する境界点を
含む断面系列を、不要な断面系列として削除することを
特徴とする。

【0009】請求項3の発明は、請求項1記載の発明の方法において、断面系列抽出の段階に断面系列の統合の段階を含み、この段階において、前後する二つの断面列の間にギャップが検出された場合、各断面列の幅を比較し、これが予め定められた条件を満たさないときには、当該ギャップに関する統合を試みないことを特徴とする。

【0010】請求項4の発明は、請求項1、2または3記載の発明の方法において、断面系列グラフから不要な断面系列のノードを削除して断面系列グラフを修正する段階を有し、この段階において、幅と長さの関係から削除対象とされた断面系列であっても、それが隣接断面と滑らかに繋がない場合には削除対象から排除することを特徴とする。

【0011】請求項5の発明は、請求項1、2、3または4記載の発明の方法において、得られた断面系列グラフにおいて、ある不明領域に隣接する二つ以上の断面系列の間に異常な関係が認められた場合に、骨格線グラフの抽出が困難である旨の情報を出力することを特徴とする。

【0012】

【作用】請求項1の発明によれば、全ての断面についてその交差を調べる場合に比べ、断面系列の交差検出のための処理量が大幅に減り、したがって不要断面系列の削除処理の処理量を削減し、処理効率を上げることができる。

【0013】請求項2の発明によれば、ノイズの影響でできた断面系列を削除し、ノイズの影響を排除できる。

【0014】請求項3の発明によれば、ギャップを隔てた断面系列の幅が予め定めた条件を満たさない場合には、その統合を試みないので、断面系列の統合のための処理量を削減し、その処理効率を上げることができる。

【0015】請求項4の発明によれば、断面系列の修正に際し、削除すべきでない短い突起の部分等の削除を防止し、正確な特徴抽出が可能となる。

【0016】請求項5の発明によれば、骨格線グラフの正常な抽出が困難であるような画像を無理に認識することによる誤認を回避可能になる。

【0017】

【実施例】以下、本発明の一実施例について図面により説明する。

【0018】図1は、本発明を実現するハードウェア構成の一例を示す概略ブロック図である。図1において、1は特徴抽出や認識処理等を実行する中央処理装置（CPUと略記する）、2はCPU1の処理に必要なプログラムを格納するプログラムメモリである。ここでは、CPU1はプログラムメモリ2の断面系列グラフ特徴抽出プログラム21に基づき、線図形のイメージデータから断面系列グラフを抽出する処理等を実行する。3は原稿や図面をスキャンし、線図形のイメージデータを入力す

るイメージスキャナである。4は入力された線図形のイメージデータを格納するパターンメモリ、5はCPU1での処理の途中データ、結果データ等を格納するデータメモリである。

【0019】図2は、線図形イメージデータから断面系列グラフを求める処理の流れ図である。対象とする線図形イメージデータは2値でも多値でもよいが、多値の場合は、ある閾値で画素の白／黒を判定しながら処理を行なう。ここで、以下の処理説明中で使用される用語等について説明する。

【0020】前方向・後方向

線図形イメージ上の黒部分の境界点を、黒画素を左に見るように追跡をしたときの追跡方向を境界点の前方向と呼び、その反対の方向に境界点追跡をしたときの追跡方向を境界点の後方向と呼ぶ（図5（a）参照）。なお、境界点の違なりを境界点列と呼ぶ。

【0021】延長境界点

延長境界点の例を図4に示す。図中、黒部分（ハッチ領域）の境界内部に示された丸印が境界点の黒画素であり、丸印の内部の矢印は境界点の傾き方向を示している。また、黒部分の外側に示された丸印は非境界点の白画素である。

【0022】注目した境界点を p とし、その傾き方向 $\text{ang}(p)$ を微分オペレータにより求める。ただし、濃淡勾配を求める微分オペレータを用いず、境界点列の局所的な方向を求め、この方向に直交する方向を境界点の傾き方向 $\text{ang}(p)$ としてもよい。このような方法によれば、幅が1画素の線分の境界点についても、その傾き方向を正しく求めることが可能になる。なお、傾き方向は平滑化されたものであってもよい。

【0023】図4（a）に示すように、注目境界点 p から、その傾き方向へ黒画素を追跡して最初に現われた境界点 q を、 p に対する延長境界点と呼ぶ。ただし図4

（b）に示すように、境界点追跡を8連結で行なった場合は、 p からその傾き方向へ黒画素を追跡しても境界点に出会わずに白画素に出会うことがあるが、このときは、最初に出会った白画素（非境界点）に隣接する境界点から適当な一つを選び、これを p に対する延長境界点とする。以下、境界点 p に対する延長境界点を $\text{pair}(p)$ で表わす。

【0024】なお、幅が1画素である線分の境界点は、境界点列を求める過程で重複して追跡されるため、これらの境界点は同じ座標を持つ異なる境界点として扱い、互いに他の境界点の延長境界点であるとする。ただし、幅が1画素である線分の分岐点や交差点における境界点について、それらが互いに向き合うことのないようにする必要がある。例えば、ある分岐点で同じ座標を持つ異なる境界点を $p1$ 、 $p2$ 、 $p3$ であるとすれば、 $\text{pair}(p1) = p2$ 、 $\text{pair}(p2) = p3$ 、 $\text{pair}(p3) = p1$ とする。

【0025】断面

任意の二つの境界点 q, p を結ぶ直線経路において白画素がほとんど出現しないと看做せるときに、この境界点 p とその直線経路とを併せて断面と呼び、これを $S(q, p)$ で表わす。 S の方向は、 p の方向に一致し、 q の方向の反対であるとする。一つの境界点は複数の断面に属することができる。

【0026】断面系列

直観的には、断面を隙間や交差なしに並べた系列であると言える（例えば図3の（イ）の部分）。厳密には、断面系列とは一つ以上の断面の連なった系列であって、系列に含まれる全ての隣接断面（これを $S(p_1, q_1), S(p_2, q_2)$ とする）が、次の「 p_1 と p_2 とは同一または隣接する」かつ「 q_1 と q_2 とは同一または連絡する」かつ「 p_1 と p_2 とは同一でない、または q_1 と q_2 とは同一でない」かつ

「境界点を除いて、 $S(p_1, q_1)$ と $S(p_2, q_2)$ とは交差しない」なる条件を満たすものとする。

【0027】断面系列のある断面が、前方向に別の断面を持たないとき、その断面を断面系列のヘッド（headと記す）と呼ぶ。ある断面が後方向に断面を持たないときに、その断面を断面系列のテール（tailと記す）と呼ぶ。ただし、断面系列がループの場合には、適当な二つの隣接した断面を選び、それぞれをheadとtailとする。

【0028】識別番号が n の断面系列を L_n 、 L_n のheadとtailをそれぞれhead(L_n)とtail(L_n)で表わす。一つの断面は高々一つの断面系列に属する。同様に、一つの境界点は高々一つの断面系列に属する。

【0029】不明領域

断面系列に属さない境界点と、断面系列のheadまたはtailとで囲まれており、内部に断面系列を含まない黒領域（例えば図3の（ロ）の部分）を、不明領域と呼ぶ。

【0030】以下、図2に示す処理の流れに従って、断面系列グラフ抽出処理の手順を説明する。なお、この処理は実際的にはCPU1によるプログラム21の実行に相当し、処理結果はデータメモリ5に得られる。

【0031】処理1（全境界点と全境界点列の抽出）

まず、パターンメモリ4中の線図形イメージデータについて、黒画素を左手に見るように境界点を追跡し、全ての境界点列 P_S に ($i=0 \dots M$) と、全ての境界点 p_{ij} ($i=0 \dots M, j=0 \dots N_i$) を求め、それぞれの境界点についてその境界延長点を求める。抽出した全境界点と全境界点列はデータメモリ5に格納する。

【0032】処理2（初期的な断面抽出）

抽出した境界点とその延長境界点との関係に着目して、線分の方に直交するような断面を次のようにして求める。

【0033】境界点 p_{ij} ($i=0 \dots M, j=0 \dots N_i$) のうち注目境界点を p とすると、 p が以下の1から3の条件のいずれかを満たし、 $S(\text{pair}(p), p)$ がまだ登録されていないければ、断面 $S(p, \text{pair}(p))$ を登録する。登録はデータメモリ5を用いて行なう。

1. $\text{pair}(\text{pair}(p)) = p$

2. $\text{ang}(p)$ と $\text{ang}(\text{pair}(p))$ がほぼ向かい合う

3. $\text{pair}(\text{pair}(p))$ と p との間の境界点がある個数以下

以上の処理で、極率の小さな部分の断面が求められる。

【0034】さらに、距離の大きな部分での断面を求めるために、上記の1から3のいずれかの条件を満たす p に関し、 p から追跡方向（及び逆方向）に追跡するときの注目境界点を p' とすると、 $\text{pair}(p')$ と $\text{pair}(p)$ が同一である限り p' の追跡を続け、 $S(\text{pair}(p), p')$ が登録されていないければ、 $S(p', \text{pair}(p))$ を登録する。この処理はちょうど、 $\text{pair}(p')$ を中心として円を描くかのように断面を求める処理であると言える。

【0035】処理3（断面系列の抽出）

前記処理2によって求められた断面の前後関係に注意し、断面系列を求める。ここでの処理の概略は「未処理の断面を取り出し、これに隣接する未処理の断面の中から適当なものを選んで前後に関係付ける、という処理を隣接断面が存在しなくなるまで行なう」という処理の繰り返しにより、全ての断面系列を抽出する、というものである。断面が未処理かどうかは、断面に属する境界点のラベル（これは断面系列の識別番号を表わす）によって判断する。

【0036】処理の詳細は以下の通りである。なお、記号を次のように定める。

LBL(p) : 境界点 p のラベル。断面系列の識別番号を表わす

c : 断面系列の識別番号を表わすカウンタ

CNG(\quad) : 断面の方向を反転するオペレータすなわち、 $\text{CNG}(S(p, q)) = S(q, p)$

SS : 説明のために便宜的に用いる変数で、断面を表わす

なお、以下の説明中で「 $A \leftarrow B$ 」という表現が用いられるが、これは「 A に B を代入もしくは設定する」あるいは「 B を A とする」という意味である。

【0037】STEP1（初期設定）

LBL(p_{ij}) $\leftarrow -1$ ($i=0 \dots M, j=0 \dots N_i$)

$c \leftarrow -1$

の処理を行なう。

【0038】STEP2

断面を一つ取り出す（取り出せなければ終了）。取り出した断面を $S(p, q)$ とすると、

$LBL(p) \geq 0$ または $LBL(q) \geq 0$

であれば既に調べられた断面であると看做し、STEP2の初めへ戻り次の断面の取り出しを行ない、そうでなければSTEP3へ行く。

【0039】STEP3

cをインクリメントする（1だけ増加させる）。識別番号がcの断面系列を登録する。

$SSp q \leftarrow S(p, q)$

$LBL(p) \leftarrow c$

$LBL(q) \leftarrow c$

の処理を行ない、STEP3.1へ行く。

【0040】STEP3.1（前方向への処理）

p' を p の前の境界点、 q' を q の後の境界点とする（図5(a)参照）。

$LBL(p') \geq 0$ かつ $LBL(q') \geq 0$

であれば $head(Lc) \leftarrow SSp q$ としてSTEP3.2へ行く。

【0041】そうでなければ $SSp' q'$ 、 $SSp' q$ 、 $SSp q'$ を次のようにして求める。

$SSp' q'$

$\leftarrow S(p', q')$

但し $S(p', q')$ が存在し

$LBL(p') < 0$ かつ

$LBL(q') < 0$ のとき

$\leftarrow CNG(S(q', p'))$

但し $S(q', p')$ が存在し

$LBL(p') < 0$ かつ

$LBL(q') < 0$ のとき

$\leftarrow NULL$

但し 上記以外の場合

$SSp' q$

$\leftarrow S(p', q)$

但し $S(p', q)$ が存在し

$LBL(p') < 0$ のとき

$\leftarrow CNG(S(q', p'))$

但し $S(q, p')$ が存在し

$LBL(p') < 0$ のとき

$\leftarrow NULL$

但し 上記以外の場合

$SSp q'$

$\leftarrow S(p, q')$

但し $S(p, q')$ が存在し

$LBL(q') < 0$ のとき

$\leftarrow CNG(S(q', p))$

但し $S(q', p)$ が存在し

$LBL(q') < 0$ のとき

$\leftarrow NULL$

但し 上記以外の場合

このようにして $SSp' q'$ 、 $SSp' q$ 、 $SSp q'$ を求めたのち、次の場合分け(a)から(e)に従った処理を行なう。

【0042】(a) $SSp' q' \neq NULL$ のとき（図5(b)参照）

$SSp q$ と $SSp' q'$ を前後に関係付けする。 $p \leftarrow p'$ 、 $q \leftarrow q'$ 、 $SSp q \leftarrow SSp' q'$ とする。

(b) $SSp' q' = NULL$ かつ $SSp q' \neq NULL$ かつ $SSp' q \neq NULL$ のとき（図5(b)参照）

$S(p', q')$ を登録して $SSp q$ と前後に関係付けする。 $p \leftarrow p'$ 、 $q \leftarrow q'$ 、 $SSp q \leftarrow S(p', q')$ とする。

(c) $SSp' q' = NULL$ かつ $SSp q' \neq NULL$ かつ $SSp' q = NULL$ のとき（図5(c)参照）

$SSp q$ と $SSp q'$ を前後に関係付けする。 $q \leftarrow q'$ 、 $SSp q \leftarrow SSp q'$ とする。

(d) $SSp' q' = NULL$ かつ $SSp q' = NULL$ かつ $SSp' q \neq NULL$ のとき（図5(d)参照）

$SSp q$ と $SSp' q$ を前後に関係付けする。 $p \leftarrow p'$ 、 $SSp q \leftarrow SSp' q$ とする。

(e) $SSp' q' = NULL$ かつ $SSp q' = NULL$ かつ $SSp' q = NULL$ のとき（図5(e)参照）
 $head(Lc) \leftarrow SSp q$ としてSTEP3.2へ行く。

但し、(a)乃至(d)の場合は $LBL(p) \leftarrow c$ 、 $LBL(q) \leftarrow c$ としてSTEP3.1の初めに戻る。

【0043】STEP3.2（後方向への処理）

STEP3.1と同様であるので省略する。なお、系列付けができなくなった時点で、 $tail(Lc) \leftarrow SSp q$ として、STEP2へ戻り次の断面系列を求める。

【0044】以上の処理で、どの未処理断面を最初に選択するかによって、処理結果に多少の違いが現われ得るが、処理2での条件1~3が十分に厳しければ、大きな違いとはならない。

【0045】本発明の処理を逐時的機構により実現する場合には、以上の処理2、3の処理をまとめて行なってもよい。すなわち、全ての断面を予め求めるのではなく、一つの断面が見つかった時点で、隣接する断面を可能な限り一つの系列にまとめることとし、その後あらためて他の断面を探して同様の処理を繰り返すようにしてもよい。

【0046】処理4（不要な断面系列の削除）
(イ) ここまでの処理によって得られた断面系列には、図6に例示するように互いに交差する断面系列の組が存在する可能性がある。そこで、断面系列の間で交差するものがあるかどうかを調べ、交差がある場合には、交差した断面系列の中で幅（断面に属する境界点間の距離の平均）が大きい方の断面系列について、そこに含まれる

境界点のラベルをクリア (-1にセット) したのち、当該断面系列を登録から削除する。

【0047】ここでの断面系列の交差検出は次の手順によって行なう。予め断面系列の外接矩形(直立長方形)を求めておく。次に外接矩形が重なるような断面系列のペアを検出する。このような断面系列のペアが見つかったならば、それぞれの断面系列から任意の断面(例えば head や tail) を一つずつ取り出し、これらの断面間の交差を調べ、これが交差しているならば当該断面系列のペアを交差していると判断する。このように、全ての断面の交差可能性を計算することなく断面系列間の交差を検出できる。

【0048】なお、幅に対して十分な断面数を持たない断面系列を、この時点で削除してもよい。

【0049】(ロ) また、線図形イメージ上のノイズの影響で出来たと見做されるような不要な境界点列に属する境界点を含む断面系列を、この時点で削除する。例えば、断面系列の外側境界点列が非常に短いものであれば、数画素の集まりからなるノイズであると見做すことができるので、この断面系列は削除対象となる。また、断面系列の内側境界点列が非常に短いものであり、それに含まれる境界点のいずれかと同じ座標を持つ境界点が外側境界点列にある場合は、これは意味のあるループではなく、「かすれ」によって出来た小さな孔を表わすと見做すことができるので、この断面系列は削除対象となる。

【0050】処理5(断面系列の統合)

ノイズの影響が大きい場合には一つの線分上でも断面系列が複数個に分かれることがあるため、こうした断面系列の間に断面を作って、これら断面系列を一つの断面系列に統合する。その流れ図を図7に示し、処理手順を説明する。

【0051】STEP 5. 1

断面系列を一つずつ取り出し、前方向、後方向それぞれについて以下の処理を行なう。ここで、取り出した断面系列を L_n とする。そして、前方向の統合処理を行なう(STEP 5. 2~STEP 5. 9)。

【0052】STEP 5. 2

断面系列 L_n の head (L_n) が処理済みであるかを調べる。処理済みであれば何もせず、前方向の処理を終了する。処理済みであれば、STEP 5. 3に行く。

【0053】STEP 5. 3

head (L_n) を処理済みにする。

$S(p, q) \leftarrow \text{head} (L_n)$

$pp \leftarrow (p \text{ から前方向に境界点を追跡し、ラベルが } -1 \text{ でない最初の境界点})$

$qq \leftarrow (q \text{ から後方向に境界点を追跡し、ラベルが } -1 \text{ でない最初の境界点})$

STEP 5. 4

$pp = q$ である(線端である)と判定した場合、または $LBL(pp) \neq S(pp, qq)$ である(分岐あるいは交差である)と判定した場合には、何もしないで前方向処理を終わる。いずれでもない場合にはSTEP 5. 5に行く。

【0054】STEP 5. 5

$n' \leftarrow LBL(pp)$

STEP 5. 6, STEP 5. 7

head ($L_{n'}$) = $S(qq, pp)$ (または tail ($L_{n'}$) = $S(pp, qq)$) でなければ前方向処理を終わる。そうであれば、ここに断面系列のギャップがあるということであるので、 L_n と $L_{n'}$ の幅を比較する。この幅の差がある閾値以上であれば、もともと一本に線ではないと考えられるので前方向処理を終わる。幅の差が閾値未満であればSTEP 5. 8以降の処理に行く。

【0055】STEP 5. 8

head (L_n) と head ($L_{n'}$) (または tail ($L_{n'}$)) を統合できる可能性があるとして、先のSTEP 3. 1と類似する方法で断面系列 $L_n, L_{n'}$ 間に断面を作っていく。ただし、STEP 3. 1では断面が存在しているかどうかで系列付けを行なったが、ここでは断面がないことが分かっているので、 $SSp'q'$, $SSp'q$, $SSp'q$ を一時的に作成し、その中である評価関数を最小にする断面を採用する。この評価関数は、断面に含まれている二つの境界点の傾き方向が向き合うほど小さく、その距離が短いほど小さくなるようなものとすればよい。

【0056】STEP 5. 9, STEP 5. 10

そして、最も小さな評価値がある閾値を超えていれば、間が埋められた断面系列間を(必要ならば一方の断面系列の方向を反転したうえで)統合し、後方向の統合処理5. 11に行く。最も小さな評価値が閾値以下ならば何もしないで後方向の統合処理5. 11へ行く。

【0057】STEP 5. 11(後方向の統合処理)

境界点の追跡方向等、注目する方向が逆になる以外は前方向統合処理(STEP 5. 2~5. 10)と同様であるため、説明を省略する。

【0058】処理6(不明領域の抽出、不明領域と断面系列との参照付け)

断面系列にならなかった部分を求め、これを不明領域とする処理である。

【0059】まず、境界点列 $PS_i (i=0 \dots M)$ のうちで断面系列が存在しないものがあれば、これを一つの不明領域であるとする。

【0060】他方、断面系列が存在する境界点列の場合は以下のようにする。予め前記処理5(断面系列の統合)の段階で統合されなかった断面系列間について、 p と pp , q と qq が互いに参照可能にされるものとする。これらの境界点(すなわち、断面系列の head ま

11

たはtailに属する境界点)がループを構成する部分を検出し、これを不明領域にするとともに、不明領域に接続する断面系列がheadで接続するかtailで接続するかを明らかにして、断面系列と不明領域からなるグラフ構造を求める。

【0061】以上の処理1から処理6により、線図形イメージデータに対し、ノードが断面系列または不明領域を表わし、アークがこれらの接続関係を表わすグラフ構造(断面系列グラフ)を抽出することができる(図3参照)。

【0062】処理7(断面系列グラフの修正)

まず、全ての不明領域について、それを代表する点(すなわち、接続している断面系列から骨格線を抽出した場合に、これらを滑らかに繋ぎ得るような点)を、次のようにして求める。着目した不明領域に隣接する断面系列の数をKとする。Kが1以下であれば、着目不明領域の代表点はない、とする。

【0063】Kが2以上のときは、着目した不明領域に*

$$\begin{aligned} \text{len}(Li) &= (Li \text{ に含まれる断面数}) \\ &\quad + (\text{head}(Li) \text{ の中央から head}(Li) \text{ に隣接する} \\ &\quad \text{不明領域の代表点までの距離}) \\ &\quad + (\text{tail}(Li) \text{ の中央から tail}(Li) \text{ に隣接する} \\ &\quad \text{不明領域の代表点までの距離}) \end{aligned}$$

$$\text{wid}(Li) = (Li \text{ に含まれる断面の二つの境界点間の距離の平均})$$

を求める。そして、 $\text{len}(Li)$ が $\text{wid}(Li)$ に対して長さを持たない場合には、断面系列 Li は線分でないとして、 Li を表わすノードを断面系列グラフから削除する。

【0065】ただし、このような削除対象とされた断面系列であっても、それが隣接断面と滑らかに繋ぎ合えない場合には、削除しない。この滑らかに接続しているか否かは次のようにして判定する。

$$S(p, q) \leftarrow \text{head}(Li)$$

$pp \leftarrow$ (pから前方向に境界点を追跡し、ラベルが-1でない最初の境界点)

$qq \leftarrow$ (qから後方向に境界点を追跡し、ラベルが-1でない最初の境界点)

とし、pからppまでの境界点列及びqからqqまでの境界点列に関し、その滑らかさ Tp, Tq

$$Tp = \max(\text{vexcave}(pi)) \quad (pi = p, \dots, pp)$$

$$Tq = \max(\text{vexcave}(qi)) \quad (qi = q, \dots, qq)$$

を求める。ここで $\text{vexcave}(x)$ は、 x の m 個前の境界点の傾き方向と m 個後の境界点の傾き方向との差の絶対値を表わす。そして、 Tp または Tq のいずれかが、ある閾値を超えていれば Li は周囲の断面系列と滑らかに接続していないと判定する、tail方向についても同様である。

【0066】以上の処理によって目的とする断面系列グ

12

*接続する断面系列を Lk ($k=k1 \dots kk$) とし、着目不明領域内(境界点を含む)の黒画素について次式で定義される評価値 F を求める。

$$F = \min(\cos(\theta k)) \quad (k = k1 \dots kk)$$

θk : ベクトル Vk とベクトル Wk のなす角度

Vk : 断面系列 Lk の着目している不明領域の付近での進行方向を表わすベクトル(不明領域側を向く)

Wk : $\text{head}(Lk)$ の(ただし、tailが不明領域に接続していれば $\text{tail}(Lk)$ の)中央を始点、着目する黒画素を終点とするベクトル

この評価値 F は、着目している黒画素が全ての断面系列 Lk の延長上にあるときに最大になるので、 F を最大にする黒画素を求め、これを不明領域を代表する点とする(図8参照)。

【0064】次に、全ての断面系列 Li ($i=1 \dots N$) について、 Li の長さ $\text{len}(Li)$ と幅 $\text{wid}(Li)$ 、すなわち

ラフが得られる。ここでは、この断面系列グラフに基づき骨格線グラフ(芯線)を求める処理について述べる(図2には、この処理は示されていない)。

【0067】断面系列グラフでは、その作成過程から明らかのように、断面系列を表わすノード同士が隣接することではなく、同様に不明領域を表わすノード同士が隣接することはない(図3参照)。したがって、断面系列については、head、tailに加えて、いくつかの断面を選び、その中央の座標を持つ骨格点を作って接続することにより、容易に骨格線が得られる。一方、不明領域については、既に処理6で代表点が求められているので、その代表点を隣接する断面系列について作られた骨格点と正しく繋ぎ合わせればよい。

【0068】以上の処理で骨格線グラフを求めることができるが、骨格線グラフの粗さを変えるには断面を選ぶ間隔を変えればよい。

【0069】なお、線図形イメージの画質が悪い場合には、得られた断面系列グラフにおいて、ある不明領域に隣接する二つ以上の断面系列の幅が適当な関係にないことがある。例えば数字の6や9のイメージの孔が潰れて消失している場合には、太い断面系列と細い断面系列が一つの不明領域に接続されることとなり、誤認を引き起こす原因となりやすい。数字の8の一方の孔が潰れた場合も同様であり、無理に骨格線グラフを作ると、6や9と誤認される可能性がある。

【0070】そのため、このようにある不明領域に隣接

13

する断面系列の幅の差がある閾値を超え、しかもそれが局所的なものでなく、文字全体にわたる割合が大きい場合、単に骨格線グラフを出力するのみでなく、異常が起きている旨を出力する。

【0071】

【発明の効果】本発明によれば、その方法の基本原理によるところの効果（特願平2-134879号に添付の明細書を参照）に加え、次のような効果を得られる。

【0072】（1）不要な断面系列の削除の際における断面系列の交差検出のための処理量を大幅に削減できる。

【0073】（2）ノイズの影響による不要な断面系列を削除するため、ノイズに対して頑健な特徴抽出が可能となる。

【0074】（3）断面系列の統合に際し、ギャップを隔てた断面系列の幅が予め定めた条件を満たさない場合には、その統合を試みないので、断面系列の統合のための処理量を削減できる。

【0075】（4）断面系列グラフの修正に際し、幅と長さの関係から削除対象とされた断面系列であっても、それが隣接断面と滑らかに繋がる場合には削除対象から排除するため、短い突起の部分が不用意に削除されることがなくなり、正確な特徴抽出が可能である。

【0076】（5）不明領域に隣接した二つ以上の断面

14

系列が異常な関係にある場合に、骨格線グラフ抽出が不可能である旨の情報を出力するため、骨格線グラフの正常な抽出が困難であるような画像を無理に認識することによる誤認を回避可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を実施するためのハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

【図2】イメージデータから断面系列グラフを得るまでの処理の流れ図である。

【図3】イメージデータ、断面系列グラフ、骨格線グラフの関係を示す図である。

【図4】延長境界点の説明図である。

【図5】断面系列抽出の説明図である。

【図6】断面系列の交差の例を示す図である。

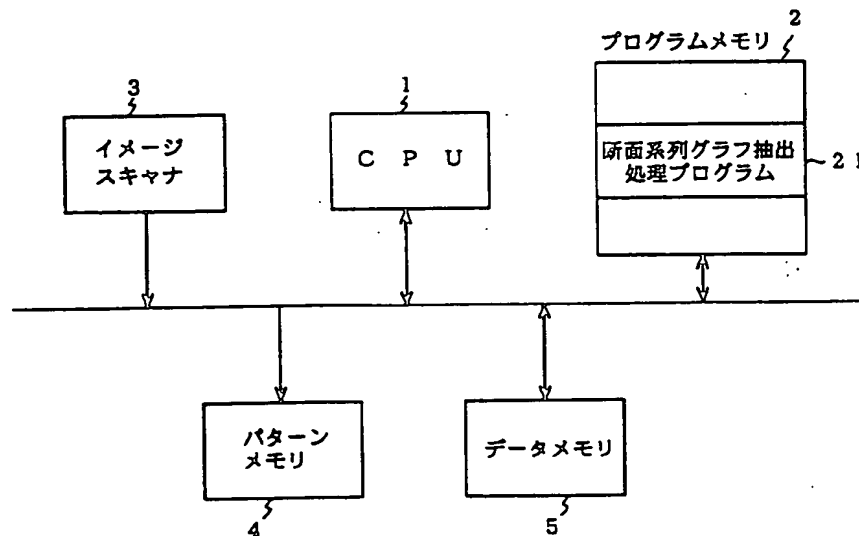
【図7】断面系列の統合処理の流れ図である。

【図8】不明領域の代表点の求め方の説明図である。

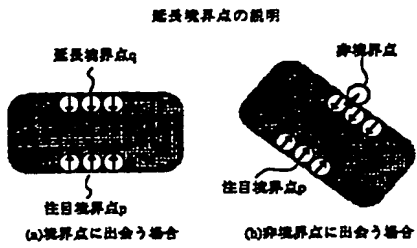
【符号の説明】

- 1 中央処理装置
- 2 プログラムメモリ
- 3 断面系列グラフ抽出プログラム
- 4 イメージスキャナ
- 5 パターンメモリ
- 6 データメモリ

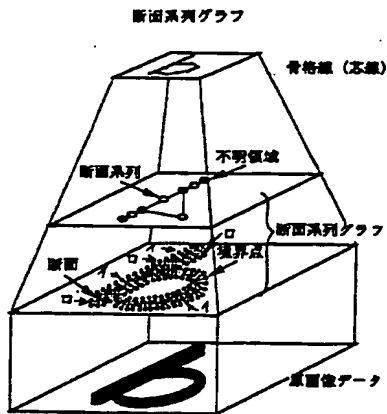
【図1】



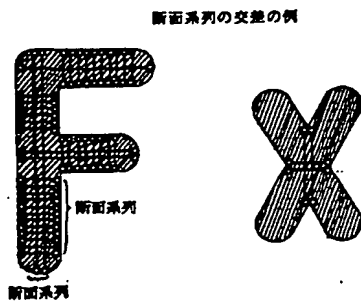
【図4】



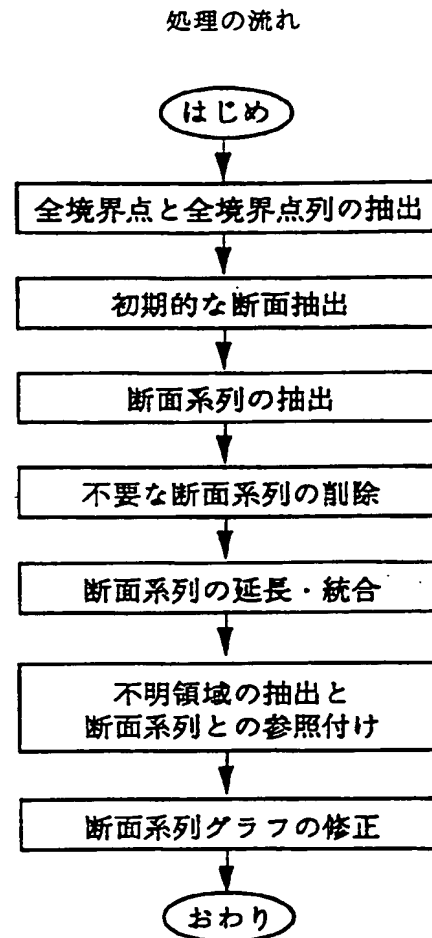
【図3】



【図6】

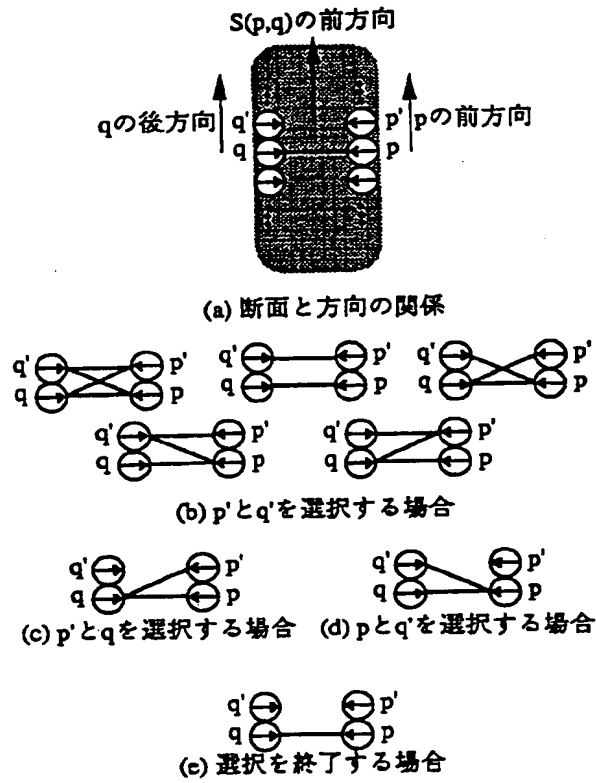


【図2】

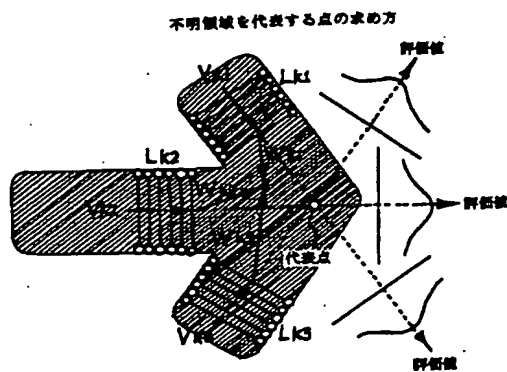


【図5】

断面系列抽出処理の説明



【図8】



【図7】

